

Зависимость $\ln(k \cdot S_i)$ от обратной температуры для частиц пирита различного диаметра (линия – расчет, точки – эксперимент)

Список использованных источников

1. Мунц, В. А. Определение кинетических характеристик окисления сульфида цинка / В. А. Мунц, С. А. Ивакина // Международный союз ученых «Наука. Технологии. Производство». – 2015. – № 3 (7). Ч. 2. – С. 34–37.
2. Мунц, В. А. Газообразование при обжиге цинкового концентрата в кипящем слое / В. А. Мунц, С. А. Ивакина, В. М. Терентьев // Цветные металлы. – 2017. – № 2. – С. 40–45.
3. Prins, W. Fluidised bed combustion of a single carbon particle. The Netherlands, Quick Service Drukkerij Enschede, 1987. 258 p.
4. Канторович, Б. В. Основы теории горения и газификации твердого топлива / Б. В. Канторович. – М. : Издательство АН СССР, 1958. – 598 с.

УДК 662.61

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЯ НА ВИДИМУЮ СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ СУЛЬФИДОВ

THE INFLUENCE OF THE OXIDANT PENETRATION DEPTH ON THE APPARENT REACTION VELOCITY OF SULFIDES OXIDATION

Ивакина С. А., Пятанова Е. С., Мунц В. А.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
svetlana-ivakina@mail.ru

Ivakina S.A., Pyatanova E.S., Munts V.A.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Данная работа посвящена изучению влияния глубины проникновения окислителя в неподвижный слой цинкового концентрата на скорость его окисления. Получено распределение концентрации кислорода по высоте слоя компонентов шихты и рассчитано среднее значение действующей концентрации кислорода в зависимости от толщины слоя реагирующего вещества.

Abstract: This work is devoted to the study of the influence of the oxidant penetration depth into the fixed layer of zinc concentrate on the layer oxidation rate. There was obtained the distribution of the oxygen concentration along the height of the charge components layer and was calculated the average value of the effective oxygen concentration as a function of the reactant layer thickness.

Ключевые слова: *цинковый концентрат, сфалерит, пирит, концентрация кислорода, глубина проникновения реакции.*

Key words: *zinc concentrate, sphalerite, pyrite, oxygen concentration, reaction penetration depth.*

С целью оптимизации работы печи кипящего слоя для обжига сульфидных цинковых концентратов, в частности, экономии кислорода на дутье, необходимо моделирование тепловых процессов.

Для этого в лабораторных условиях была изучена кинетика окисления основных компонентов шихты – сфалерита и пирита [1]. Экспериментальные данные показали, что с увеличением массы исходной навески в тигле, т. е. с увеличением высоты слоя, видимая скорость химического реагирования падает практически в два раза. Так значение экспериментально определенной константы скорости химического реагирования с увеличением массы навески от 10 до 30 мг падает практически вдвое (рис. 1). Это свидетельствует о

диффузионном торможении реакции за счет уменьшения действующей концентрации кислорода в слое.

При известном, полученном из экспериментов, комплексе $k \cdot S_i$, представляющем произведение константы скорости химического реагирования на удельную внутреннюю поверхность, и рассчитанном коэффициенте молекулярной диффузии кислорода в азоте [2, 3] по выражению

$$D = 0,16 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{T}{273} \right)^{1,9}, \text{ м}^2/\text{с},$$

можно определить глубину проникновения кислорода в слой:

$$\zeta_0 = \sqrt{\frac{D}{k \cdot S_i}} = 1,2 \text{ мм (для сфалерита); } \zeta_0 = \sqrt{\frac{D}{k \cdot S_i}} = 1,6 \text{ мм (для пирита).}$$

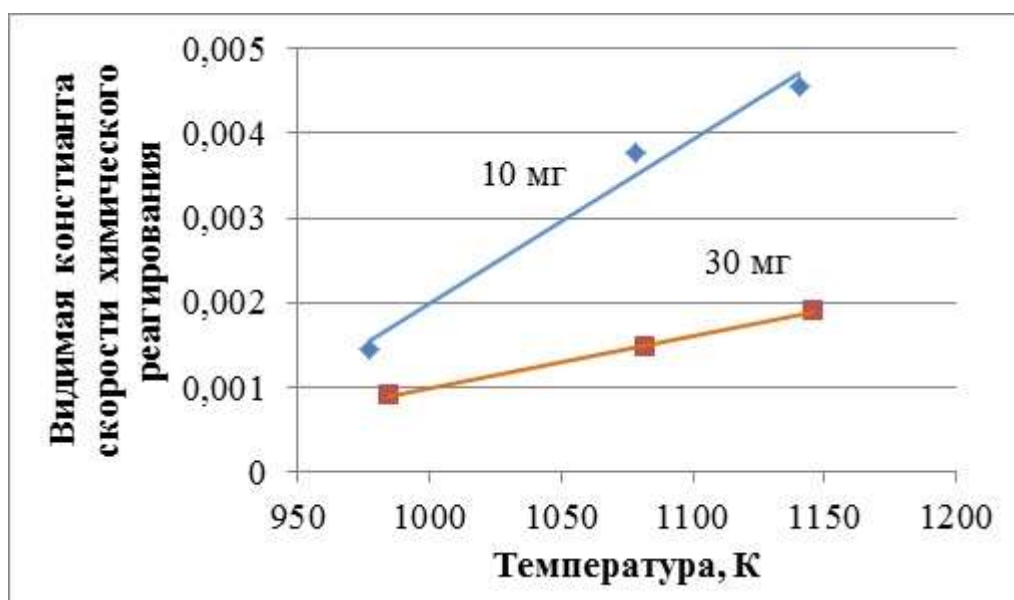


Рис. 1. Изменение константы скорости химического реагирования в зависимости от массы навески

Таким образом, для всех частиц реагирующих веществ глубина проникновения реакции в объем частицы превышает ее диаметр, находящийся в диапазоне от 100 до 515 мкм.

Изменение концентрации кислорода в слое высотой h определяется по выражению [4]:

$$c = c_0 \cdot \left[\frac{e^{-\frac{x}{\zeta_0}}}{1 + e^{-\frac{2h}{\zeta_0}}} + \frac{e^{\frac{x}{\zeta_0}}}{1 + e^{\frac{2h}{\zeta_0}}} \right]. \quad (1)$$

В данном выражении скорость химического реагирования и удельная внутренняя поверхность неявно входят в параметр ζ_0 – глубина проникновения реакции.

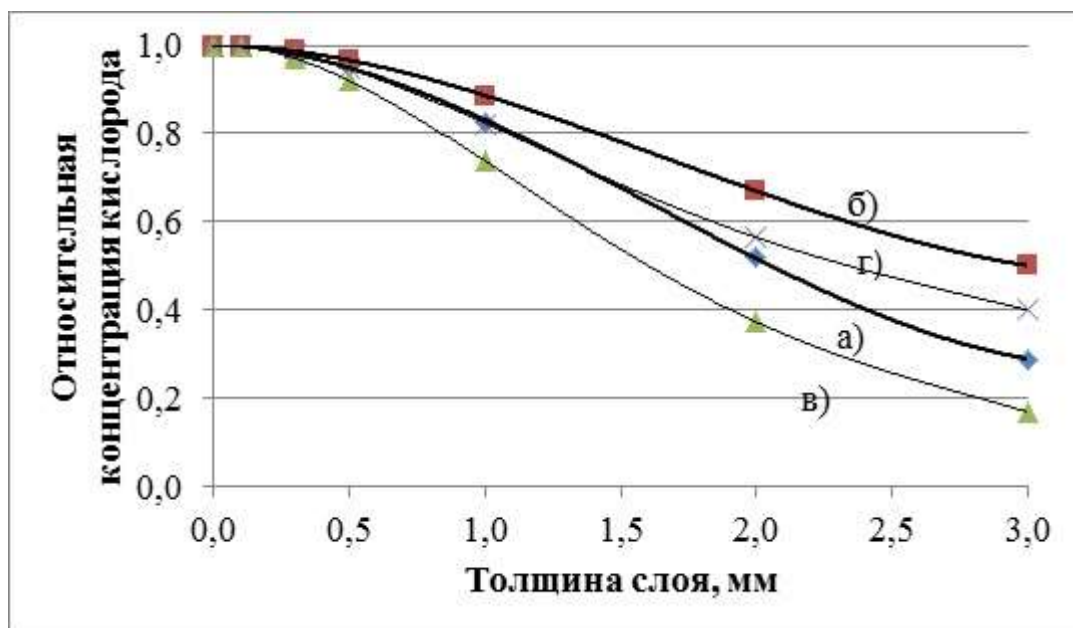


Рис. 2. а) Изменение относительной концентрации кислорода по глубине слоя сульфида цинка толщиной 3 мм
 б) Значение средней относительной концентрации кислорода в зависимости от толщины слоя сульфида цинка
 в) Изменение относительной концентрации кислорода по глубине слоя сульфида железа толщиной 3 мм
 г) Значение средней относительной концентрации кислорода в зависимости от толщины слоя сульфида железа

На рис. 2а представлены результаты расчетов распределения концентрации кислорода по толщине слоя сульфида цинка $h = 3$ мм при глубине проникновения кислорода в слой $\zeta_0 = 1,2$ мм.

На рис. 2в представлены результаты расчетов распределения концентрации кислорода по толщине слоя сульфида железа $h = 3$ мм при глубине проникновения кислорода в слой $\zeta_0 = 1,6$ мм.

Интегрирование (1) по высоте слоя в пределах от 0 до h позволяет определить среднюю концентрацию кислорода:

$$\bar{c} = \frac{c_0}{h} \cdot \int_0^h \left[\frac{e^{-\frac{x}{\zeta_0}}}{1 + e^{-\frac{x}{\zeta_0}}} + \frac{e^{\frac{x}{\zeta_0}}}{1 + e^{\frac{x}{\zeta_0}}} \right] dx = \frac{c_0 \cdot \zeta_0}{h} \cdot \left[\frac{1 - e^{-\frac{x}{\zeta_0}}}{1 + e^{-\frac{x}{\zeta_0}}} + \frac{e^{\frac{x}{\zeta_0}} - 1}{1 + e^{\frac{x}{\zeta_0}}} \right].$$

По данному выражению рассчитано среднее значение действующей концентрации кислорода в зависимости от толщины слоя реагирующего вещества (рис. 2б и 2г). Как видно из расчетов, в слое высотой более 3 мм средняя действующая концентрация кислорода падает вдвое, что соответствует экспериментальным данным (рис. 2).

Список использованных источников

1. Мунц, В. А. Определение кинетических характеристик окисления сульфида цинка / В. А. Мунц, С. А. Ивакина // Международный союз ученых «Наука. Технологии. Производство». – 2015. – № 3 (7). Ч. 2. – С. 34–37.
2. Бабий, В. И. Горение угольной пыли и расчет пылеугольного факела / В. И. Бабий, Ю. Ф. Куваев. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 208 с.
3. Хитрин, Л. Н. Физика горения и взрыва / Л. Н. Хитрин. – М. : Изд-во Московского ун-та, 1957. – 452 с.
4. Канторович, Б. В. Основы теории горения и газификации твердого топлива / Б. В. Канторович. – М. : Издательство АН СССР, 1958. – 598 с.

УДК 536.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА, ОТВОДИМОГО ПРИ ОТЛИВКЕ МЕДНЫХ АНОДОВ

USING OF HEAT IN MOLDING COPPER ANODES

Иванов Н. С., Муравьев А. В.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,

a_mur@el.ru